

Analisa Lokasi dan Perancangan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara Bali Utara

Ida Bagus Barawakya, Wahyu Herijanto, Catur Arif Prastyanto, Hera Widyastuti, dan
Ervina Ahyudanari

Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Corresponding Author: ervina@ce.its.ac.id

ARTIKEL INFO	ABSTRAK
<p>Informasi Artikel</p> <p>Artikel masuk: 25-3-19</p> <p>Artikel revisi: 5-8-19</p> <p>Artikel diterima: 26-12-19</p>	<p>Jumlah pergerakan Bandara Ngurah Rai meningkat 6,1 persen antara tahun 2016-2017. Berdasarkan RTRW Provinsi Bali akan dibangun Bandara Bali Utara di daerah Kubutambahan, Buleleng. Oleh karena itu, perlu adanya evaluasi apakah lokasi pembangunan Bandara Bali Utara sesuai dengan Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan dan juga merencanakan fasilitas sisi udara pada Bandara Bali Utara. Pengumpulan data angin dari tahun 2014 hingga 2018 didapat dari Iowa State University Enviromental Messonet. Dari analisa data didapat bahwa arah runway adalah 90°. Pada perencanaan fasilitas sisi udara dilakukan pengumpulan data pergerakan penumpang dan pesawat dari tahun 2012 hingga 2016 pada Bandara Ngurah Rai yang didapat dari PT. Angkasa Pura 2 dan Kementerian Perhubungan Udara, kemudian dilakukan regresi untuk mendapatkan data pergerakan pada 20 tahun rencana. Dari data historis tersebut dikalikan dengan presentase demand pergerakan penumpang dan pesawat di Bandara Bali Utara yang didapat dari perbandingan tingkat pertumbuhan penghunian hotel di Bali Utara. Presentase yang didapat yakni sebesar 43,3% sehingga pergerakan penumpang pada 20 tahun rencana sebesar 18.035.382 penumpang dan pergerakan pesawat 100.194 pergerakan. Pesawat rencana yang digunakan adalah Airbus A330-200, karena pesawat ini merupakan pesawat terbesar yang beroperasi di Bandara Ngurah Rai. Dari perhitungan didapatkan pergerakan pesawat saat jam sibuk ditahun 2038 sebesar 18 pergerakan per jam. Dan presentase pesawat yang beroperasi saat jam sibuk adalah kelas B:10%, kelas C:32%, kelas D:58%. Pada perencanaan ini didapatkan panjang runway adalah 3700 m dengan lebar runway 66 m. Dimensi lebar taxiway 25 m dan lebar bahu tiap sisinya sebesar 10 m. Letak exit taxiway sepanjang 3100 m dihitung dari kedua ujung runway dengan sudut 90°, dan luas apron sebesar 106.300 m². Pada perencanaan tebal perkerasan menggunakan aplikasi FAARFIELD. Didapatkan bahwa tebal perkerasan lentur sebesar 0,5 m – 2,5 m dan tebal perkerasan kaku sebesar 0,8 m – 1 m.</p>
<p>Kata Kunci</p> <p>Bandara Bali Utara, Fasilitas sisi udara, Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan, Perkerasan</p>	

PENDAHULUAN

Bali adalah salah satu provinsi yang ada di Indonesia. Pulau Bali terkenal akan keindahan dan kebudayaan yang terus dipegang oleh masyarakatnya. Tidak heran apabila Pulau Bali menjadi salah satu tujuan wisata terkenal di Indonesia bahkan di dunia. Provinsi Bali memiliki jumlah penduduk lebih dari 4,2 juta jiwa. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) [1] kunjungan wisatawan mancanegara ke provinsi Bali selama tahun 2016 sekitar 4,92 juta jiwa, hasil ini meningkat 23,14 dari tahun sebelumnya. Wisatawan asal Australia merupakan wisatawan terbanyak yang datang ke Bali disusul wisatawan asal Cina kemudian Jepang. Sarana transportasi yang paling menunjang kedatangan wisatawan mancanegara maupun domestik datang ke Bali adalah dengan menggunakan

transportasi udara.

Saat ini Bali hanya memiliki satu Bandar Udara yaitu Bandar Udara International Ngurah Rai di daerah Tuban, Badung. Menurut Humas PT Angkasa Pura 1 Bandara Ngurah Rai jumlah pergerakan pesawat selama bulan Januari hingga September 2017 mencapai 109.850 pergerakan, jumlah itu naik 6,1 persen dari tahun 2016 [2]. Dengan jumlah pergerakan pesawat yang terus meningkat maka diperlukannya pengembangan bandara tersebut. Tetapi ada beberapa hal yang menyebabkan pengembangan tersebut sulit untuk dilaksanakan antara lain lahan yang dimiliki PT Angkasa Pura 1 terbatas dan disekitar bandara Ngurah Rai terdapat pemukiman warga dan hutan bakau sehingga sulit untuk melakukan pembebasan lahan.

Oleh karena itu seperti yang tertuang dalam Rencana

Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi Bali [3], pemerintah provinsi Bali berencana untuk membangun Bandara baru yang diberi nama Bandara International Bali Utara di daerah Utara Pulau Bali lebih tepatnya di daerah Kubutambahan, Singaraja. Bandara ini rencananya dibangun untuk membantu Bandar Udara International I Gusti Ngurah Rai dan juga sebagai upaya pemerintah dalam pemerataan pariwisata di Bali yang selama ini hanya terfokus di daerah Bali Selatan. Dalam menentukan lokasi pembangunan bandara ini perlu mempertimbangkan peraturan mengenai kawasan keselamatan operasi penerbangan (KKOP). Peraturan ini menjelaskan mengenai ruang bebas disekitar bandara agar tidak mengganggu penerbangan. Kemudian perlu juga untuk merencanakan fasilitas sisi udara pada bandara ini meliputi runway, taxiway, dan apron. Runway merupakan tempat pesawat melakukan lepas landas dan tinggal landas. Taxiway merupakan jalan yang digunakan pesawat untuk menuju apron, begitu juga sebaliknya. Dan apron adalah tempat pesawat menaikkan dan menurunkan penumpang dan juga mempersiapkan segala kebutuhan yang akan digunakan selama penerbangan. Dimana perencanaan detail fasilitas sisi udara ini membantu pergerakan pesawat secara efisien, agar pesawat yang menggunakan runway dapat sesegera mungkin meninggalkan runway menuju apron, begitu pula sebaliknya.

Perencanaan sisi udara ini sudah pernah dilakukan sebelumnya. Sehingga tahapan perencanaan dapat dilakukan sesuai dengan standard yang ada [4][5], dan [6].

METODE PENELITIAN

Langkah-langkah untuk mengerjakan studi ini dibagi menjadi 4 diagram alir yaitu diagram alir evaluasi lokasi, diagram alir prakiraan pertumbuhan lalu lintas, diagram alir perencanaan fasilitas sisi udara, diagram alir perencanaan perkerasan.

A. Evaluasi Lokasi

Untuk melakukan evaluasi lokasi pada suatu bandara ada hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu arah runway dan kawasan keselamatan operasional penerbangan. Untuk menentukan arah runway diperlukan data kecepatan dan arah angin yang berhembus tiap jam pada daerah tersebut. Kemudian membuat diagram windrose berdasarkan data angin tersebut untuk menentukan arah runway dan juga perlu untuk melihat kemiringan topografi dari lokasi rencana bandara apakah sudah sesuai atau belum.

Untuk membuat kawasan keselamatan operasional penerbangan diperlukan data-data seperti temperature lokasi, elevasi runway, kemiringan lokasi rencana bandara, panjang runway rencana dan juga pesawat rencananya. Setelah memperoleh data-data tersebut kemudian mengklasifikasikan runway rencana berdasarkan klasifikasi runway menurut *International Civil Aviation Organization* [7]. Setelah menentukan klasifikasi runway kemudian menentukan dimensi dan kemiringan dari kawasan keselamatan operasional penerbangan.

Dari perhitungan arah runway dan kawasan keselamatan operasional penerbangan kemudian

dilakukan evaluasi terhadap lokasi disekitar runway apakah ada yang melewati batas dari kawasan operasi penerbangan atau tidak. Apabila ada yang melewati perlu diberi tanda seperti lampu untuk menandakan daerah yang melewati batas.

B. Prakiraan Pertumbuhan Lalu Lintas

Prakiraan pergerakan pesawat dan penumpang di Bandara Bali Utara menggunakan data historis di Bandara Ngurah Rai. Data historis yang didapat kemudian diprakirakan menggunakan metode regresi sehingga akan didapat pergerakan pesawat dan penumpang 20 tahun mendatang di Bandara Ngurah Rai.

Setelah itu dilakukan perbandingan terhadap pertumbuhan tingkat hunian hotel di Bali Utara sehingga akan didapatkan pergerakan pesawat dan penumpang di Bandara Bali Utara pada 20 tahun mendatang.

C. Perencanaan Fasilitas Sisi Udara

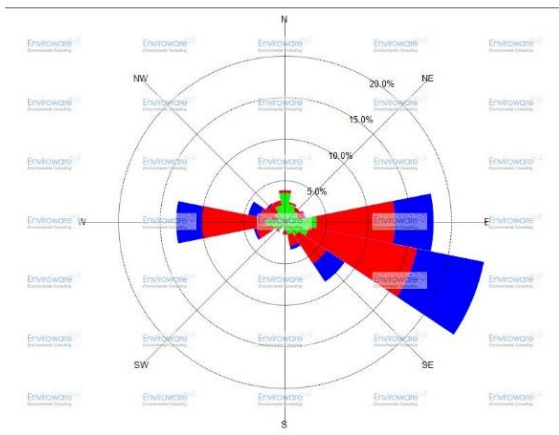
Fasilitas sisi udara yang akan direncanakan meliputi runway, taxiway, exit taxiway, dan apron. Untuk merencanakan runway dibutuhkan data-data mengenai kemiringan runway, elevasi runway, temperature dan juga spesifikasi teknis pesawat rencana yang akan beroperasi. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan panjang rencana runway. Kemudian mengklasifikasikan runway rencana berdasarkan *International Civil Aviation Organization*. Untuk dimensi lebar runway dan shoulder runway didapatkan sesuai dengan klasifikasi runway rencana.

Pada perencanaan taxiway meliputi dimensi taxiway dan shoulder taxiway didapatkan berdasarkan klasifikasi runway rencana. Untuk merencanakan exit taxiway diperlukan data kecepatan dan perlambatan pesawat rencana dan juga pergerakan pesawat jam puncak pada 20 tahun rencana sehingga akan didapatkan apakah exit taxiway yang digunakan adalah *rapid exit taxiway* atau *regular exit taxiway*.

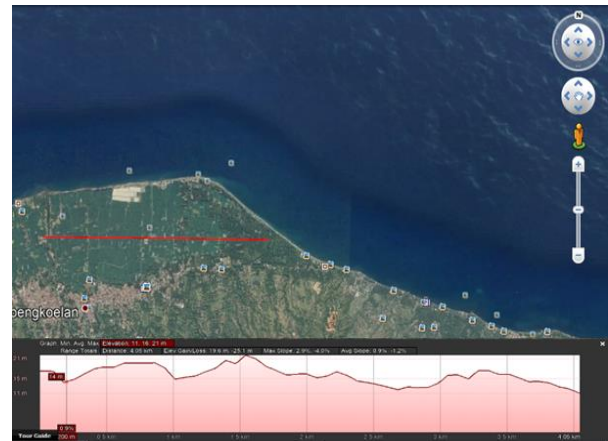
Pada perencanaan apron diperlukan data mengenai pergerakan pesawat saat jam puncak pada 20 tahun rencana, persentase komposisi pergerakan pesawat masing-masing kategori pada 20 tahun rencana, dan juga waktu penggunaan apron masing-masing kategori pesawat. Dari data tersebut dilakukan perhitungan untuk mendapatkan jumlah gate masing-masing kategori pesawat. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan luas apron rencana dengan menggunakan data spesifikasi teknis pesawat masing-masing kategori dan juga jumlah gate masing-masing kategori pesawat.

D. Perencanaan Perkerasan

Pada perencanaan tebal perkerasan data yang diperlukan adalah data tanah meliputi nilai *California Bearing Ratio* dan juga nilai modulus tanah (k), jumlah keberangkatan tiap jenis pesawat yang akan beroperasi pada 20 tahun rencana, persentase pertumbuhan jumlah keberangkatan, dan juga berat maksimum saat lepas landas tiap jenis pesawat yang akan beroperasi pada 20 tahun rencana. Metode yang digunakan dalam merencanakan tebal perkerasan adalah metode *Federal Aviation Administration* [8] dengan bantuan program aplikasi FAARFIELD.



Gambar 1. Diagram Windrose.



Gambar 2. Lokasi Rencana Runway.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data Angin

Sebelum menentukan Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan (KKOP), perlu direncanakan arah runway. Untuk merencanakan arah runway diperlukan data angin yang berhembus di daerah tersebut.

Untuk data angin didapat dari Iowa State University Enviromental Messonet [9]. Dalam perencanaan ini diambil data angin dari tanggal 1 Januari 2014 sampai 24 Maret 2018. Selanjutnya data yang didapat diolah menggunakan aplikasi WRPLOT untuk mendapatkan diagram windrose (Gambar 1).

Persyaratan ICAO, pesawat dapat mendarat atau lepas landas pada sebuah lapangan terbang pada 95% dari waktu komponen crosswind tidak melebihi : [7]

1. 20 knots dengan $ARFL \geq 1500$ m
2. 13 knots dengan $ARFL$ antara 1200 m – 1499 m
3. 10 knots dengan $ARFL < 1200$ m

Dari hasil Analisa dengan aplikasi windrose dan juga melihat kondisi lapangan didapat bahwa arah runway rencana adalah 90° dengan crosswind maximum dari kiri sebesar 15,6 knot dan dari kanan sebesar 16 knot.

B. Perencanaan KKOP

Runway Bandara Bali Utara rencananya akan dibangun sepanjang 4100 meter. Suhu di daerah buleleng sekitar 28°C , ketinggian runway terhadap muka air laut adalah 24 meter dihitung dari aplikasi google earth dan efektif gradiennya adalah 3,3% dihitung menggunakan aplikasi google earth, sehingga $ARFL$ sebesar 3047 m berdasarkan klasifikasi runway ICAO termasuk golongan 4E dan pada tabel KKOP termasuk precision II dan III [7]. (Gambar 2)

C. Forecasting (Prakiraan)

Prakiraan pergerakan pesawat dan penumpang di Bandara Bali Utara diperhitungkan menggunakan data historis di Bandara Ngurah Rai dari tahun 2012 hingga 2016. Tabel 1 adalah data pergerakan pesawat dan penumpang yang didapat dari majalah PT. Angkasa Pura I dan website kementerian perhubungan udara.

Dari data historis pada Tabel 1 kemudian dilakukan peramalan menggunakan metode regresi linear, polynomial, logaritmik, dan eksponensial. Kemudian dipilih hasil yang paling mendekati dengan data pada tahun terakhir yaitu tahun 2016

Dari hasil perhitungan pada Tabel 2 dan 3 didapat hasil yang paling pendekati adalah regresi linear. Sehingga dari hasil regresi linear didapat prakiraan pergerakan pesawat

pada tahun 2038 adalah 231.394 pergerakan dan pergerakan penumpang pada tahun 2038 adalah 41.620.110 penumpang.

Untuk mendapatkan pergerakan penumpang dan pesawat pada tahun 2038 di Bandara Bali Utara adalah dengan membagi hasil prakiraan pada Bandara Ngurah Rai dengan presentase tingkat pertumbuhan penghunian hotel di Bali Utara.

Data tingkat hunian di Bali Utara didapatkan dari Badan Pusat Statistik Provinsi Bali dari tahun 2007-2015. Presentase Tingkat Hunian Hotel di Provinsi Bali ditunjukkan pada Tabel 4 [10].

Dari data pada Tabel 4 kemudian dilakukan perhitungan dengan regresi eksponensial, sehingga didapat persentase tingkat penghunian hotel di daerah bali utara sebesar 1,3%. Hasil tersebut kemudian dibagi dengan persentase tingkat penghunian hotel di Provinsi Bali sebesar 3% sehingga didapat tingkat pertumbuhan penumpang pada Bandara Bali Utara sebesar 43,3%. Hasil tersebut kemudian dikalikan dengan jumlah pergerakan penumpang dan pesawat di Bandara Ngurah Rai, sehingga didapatkan pergerakan penumpang di Bandara Bali Utara tahun 2038 sebesar 18.035.382 pergerakan dan pergerakan pesawat sebesar 100.194 pergerakan.

C. Perencanaan Runway

Direncanakan pesawat beroperasi di Bandara Bali Utara sama dengan di Bandara Ngurah Rai. Pesawat yang memiliki $ARFL$ terpanjang yang beroperasi di Bandara Ngurah Rai adalah Airbus A330-200. Berikut adalah spesifikasi teknis dari Airbus A330-200:

- | | |
|--------------------------------------|-------------|
| 1. $ARFL$ | : 2713 m |
| 2. Wingspan | : 60,3 m |
| 3. Overall Length | : 59 m |
| 4. OMGS (Outer Main Gear Wheel Span) | : 12 m |
| 5. MTOW (Maximum Take Off Weight) | : 230000 kg |

Untuk menentukan panjang runway yang terkoreksi maka perlu dilakukan perhitungan koreksi $ARFL$ pesawat terhadap elevasi, temperatur, dan kemiringan landasan (*slope*). Data-data kondisi lapangan sebagai berikut:

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| 1. Elevasi diatas muka air laut | : 24 m |
| 2. Temperatur | : 26°C |
| 3. Kemiringan landasan | : 3,3% |
| 4. Faktor koreksi elevasi (Fe) | : 1,00056 |
| 5. Faktor koreksi suhu (Ft) | : 1,011156 |
| 6. Faktor koreksi slope (Fs) | : 1,33 |

Sehingga panjang runway rencana dihitung menggunakan rumus: [11]

Tabel 1. Data Historis Pergerakan Penumpang dan Pesawat

Pergerakan Pesawat		Pergerakan Penumpang	
Tahun	Jumlah	Tahun	Jumlah
2012	113.542	2012	14.175.550
2013	124.555	2013	15.631.839
2014	130.149	2014	17.271.415
2015	126.337	2015	17.108.387
2016	139.106	2016	20.001.275

Tabel 2. Hasil Perhitungan Regresi pada Data Pergerakan Pesawat

Regresi	Hasil
Linear	134640,5
Logaritmik	134636,9
Exponensial	148115,8
Polynomial	116109,3

Tabel 3. Hasil Perhitungan Regresi Pada Data Pergerakan Penumpang

Regresi	Hasil
Linear	18656319
Logaritmik	18655225
Exponensial	13667896
Polynomial	16632173

$$\text{Panjang runway} = \text{ARFL} \times \text{Ft} \times \text{Fs} \times \text{Fe} \quad (1)$$

$$\text{Panjang runway} = 2713 \times 1,00056 \times 1,011156 \times 1,33$$

$$\text{Panjang runway} = 3650,6 \text{ m} = 3700 \text{ m}$$

Sesuai dengan tabel *aircraft design grup* berdasarkan ICAO. Maka didapat lebar *runway* untuk pesawat Airbus A330-200 adalah 45 m.

Berdasarkan tabel ICAO, ketentuan *runway shoulder* untuk pesawat grup V E adalah 10,5 m dengan kemiringan maksimum *shoulder* 2,5 %.

E. Perencanaan Taxiway

Dalam perhitungan taxiway perlu diperhatikan roda terluar dari pesawat rencana yang menggunakan *taxiway* harus bebas dari hambatan apapun.

Berdasarkan ketentuan SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan[13] untuk *code letter* E dan golongan pesawat V, lebar *taxiway* yang dibutuhkan sebesar 25 m dan jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi *taxiway* adalah 4,5 m.

Dalam ketentuan lebar bahu *taxiway* untuk *code letter* E memiliki lebar minimum bahu sebesar 44 meter. Lebar tersebut sudah termasuk lebar *taxiway* dalam perhitungan sebelumnya sebesar 25 m, sehingga lebar bahu *taxiway* tiap sisinya didapat sebesar 10 m.

Exit taxiway diperlukan sebagai jalan penghubung antara *runway* ke *taxiway*, dalam perencanaannya jarak dan sudut *exit taxiway* bervariasi tergantung tipe pesawat yang membutuhkannya. Data kecepatan dan perlambatan tiap tipe pesawat ditunjukkan pada Tabel 5.

Untuk perhitungan jaraknya diperoleh dari jarak ujung *runway* ke titik touchdown (D1). Dan dari titik touchdown ke *exit taxiway* (D2). Rumus yang digunakan sebagai berikut [11].

$$D1 = \frac{Vot^2 - Vtd^2}{2a1}; D2 = \frac{Vtd^2 - Ve^2}{2a2} \quad (2)$$

$$D = D1 + D2$$

Jarak titik touchdown ke *exit taxiway* harus ditambahkan factor koreksi temperature dan elevasi terhadap muka air laut. Menggunakan data kondisi lapangan yang sama didapat faktor koreksi elevasi adalah 1,0024 dan faktor koreksi suhu adalah 1,019643. Hasil perhitungan jarak total dari ujung *runway* ke lokasi *exit taxiway* ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 4. Presentase Tingkat Hunian Hotel di Provinsi Bali

Tahun	Wilayah Utara	Wilayah Selatan
2007	6.266	33.734
2008	8.779	47.821
2009	8.895	44.155
2010	9.628	45.752
2011	8.907	46.473
2012	8.485	46.945
2013	8.460	45.890
2014	7.705	43.275
2015	7.644	43.956

Tabel 5. Tabel Kecepatan dan Perlambatan

Kategori Pesawat	Vot	Vtd	30	Ve	45	90	Perlambatan a1	a2
A	46,94	44,17	30,9	20,58	7,72	0,76	1,52	
B	61,67	50	30,9	20,58	7,72	0,76	1,52	
C	71,94	61,67	30,9	20,58	7,72	0,76	1,52	
D	85	71,94	30,9	20,58	7,72	0,76	1,52	
E	79,7	77,1	30,9	20,58	7,72	0,76	1,52	

Tabel 6. Jarak dari Ujung *Runway* ke *Exit Taxiway*

Kategori Pesawat	D	30	45	90
A	501,59	679,59	801,95	
B	1377,50	1555,50	1677,86	
C	1861,03	2039,03	2161,39	
D	2768,08	2946,07	3068,44	
E	1946,41	2124,40	2246,77	
F	2037,35	2215,35	2337,71	

Berdasarkan jumlah pergerakan dan tipe pesawat yang akan beroperasi di Bandara Bali Utara maka *exit taxiway* yang dipilih *exit taxiway* untuk kategori pesawat D. Sudut *exit taxiway* yang akan dipakai adalah sudut 90°, karena lalu lintas rencana pada jam puncak kurang dari 26 pergerakan. Sehingga jarak minimum *exit taxiway* yang dipakai pada perencanaan ini adalah sebesar 3068 meter yang diukur dari kedua ujung *runway*.

F. Perencanaan Apron

Pergerakan pesawat pada saat peak hour di tahun 2038 yang didapat pada perhitungan sebelumnya yaitu sebesar 18 pergerakan per jam. Dan dengan presentase pergerakan masing-masing kategori pesawat yaitu pesawat kategori B: 10%, C: 32%, D: 58%. Maka didapat jumlah gate yang dibutuhkan dengan persamaan.

$$G = \frac{V \times T}{u} \quad (3)$$

1. T yang dipakai adalah waktu pemakaian gate tiap kategori pesawat yaitu kategori B: 40 menit, C: 30 menit, D: 20 menit.
2. Faktor utilitas yang dipakai sebesar 0,8

Sehingga didapat jumlah gate untuk kategori B: 2 buah, kategori C: 4 buah, dan kategori D: 4 buah. Untuk menghitung panjang dan lebar apron digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Panjang apron} = \text{jumlah gate} \times 2R + (\text{jumlah gate} + 1) \times C$$

$$\text{Lebar apron} = L + C + W \quad (4)$$

Keterangan:

R = radius putar pesawat (m)

L = panjang pesawat (m)

W = lebar *taxilane* (48,76 m untuk pesawat kecil dan 88,39 m untuk pesawat berbadan lebar)

C = *Clearance* (jarak pesawat ke pesawat dan pesawat ke terminal).

Tabel 7. Hasil Perhitungan Apron

Kategori Pesawat	B ATR 72	C A 320	D B 777-300ER
Wingspan (m)	27,05	33,50	64,80
Wheelbase (m)	4,10	12,50	11,00
Overall Length (m)	27,22	37,50	73,90
R (m)	15,89	23,97	38,75
Panjang Apron (m)	55,18	193,26	377,26
Lebar Apron (m)	78,98	130,39	169,79
Luas Apron (m ²)		106236,81	

Tabel 8. Pertumbuhan dan Jumlah kedatangan pada tahun 2038

Jenis Pesawat	Pertumbuhan	Jumlah*	MTOW (kg)
B737-800	2,70%	29343	70535
B737-500	2,70%	10909	52390
B737-900	2,70%	19858	85000
B777-300ER	2,70%	6924	351500
B787-8	2,70%	3200	79000
A330-200	2,70%	2581	230000
A330-300	2,70%	12330	230000
A320	2,70%	44664	72000
ATR72	2,70%	12064	228000
CRJ 1000	2,70%	1871	40824

*Jumlah : Jumlah Keberangkatan Tahun 2038

Sehingga didapatkan luas apron luas apron seperti ditunjukkan Tabel 7.

G. Perencanaan Perkerasan Sisi Udara

Dalam perencanaan perkerasan sisi udara metode yang digunakan adalah metode FAA [8] dengan bantuan program FAARFIELD. Data yang diperlukan adalah data pertumbuhan dan jumlah keberangkatan tiap jenis pesawat pada tahun 2038 dan MTOW tiap jenis pesawat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8.

1. Perkerasan Lentur

Perkerasan ini untuk mendesain tebal perkerasan runway dan taxiway. Karena keterbatasan mendapatkan data tanah maka nilai CBR tanah dibuat range antara 0,7%-33,3%, sehingga hasil perhitungan tebal perkerasan lentur akan seperti grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Dari hasil perhitungan didapat tebal perkerasan lentur rencana dari 0,4 m - 2,5 m.

2. Perkerasan Kaku (Rigid)

Perkerasan ini untuk mendesain tebal perkerasan pada apron. Karena keterbatasan mendapatkan data tanah, maka nilai k dipakai range antara 21 pci-440 pci, sehingga perhitungan tabel perkerasan kaku akan seperti grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.

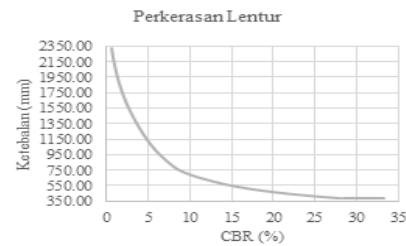
Sehingga dari hasil perhitungan didapatkan tebal perkerasan kaku rencana dari 0,8 m - 1 m.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisa data angin dan perencanaan KKOP didapatkan bahwa pada 10 km arah selatan runway terdapat dataran yang tingginya melebihi batas kawasan horizontal luar sehingga perlu diberikan tanda berupa lampu pada dataran tersebut.

2. Dari data pergerakan lalu lintas udara yang beroperasi di Bandara Ngurah Rai dan sudah dikalikan dengan persentase pertumbuhan tingkat penghunian hotel di Bali Utara sebesar 43,3% maka didapatkan pergerakan pesawat pada tahun 2038 di Bandara Bali Utara sebesar 100.194 pergerakan dan pergerakan penumpang sebesar 18.035.382 pergerakan. Dari hasil perhitungan peak hour rencana pada total pergerakan di tahun 2038 didapatkan 18 pergerakan per jam dengan komposisi pesawat kategori B: 10%, kategori C: 32%, kategori D: 58%.

3. Berdasarkan Analisa geometrik landasan didapatkan



Gambar 3. Grafik tebal perkerasan lentur.



Gambar 4. Grafik tebal perkerasan rigid.

panjang landasan 3.700 m dengan lebar 81 m dilengkapi bahu landasan. Untuk lebar taxiway sebesar 45 meter dilengkapi bahu taxiway sebesar 10 m disetiap sisi dan dari perhitungan letak taxiway berada sejauh 3.086 m dihitung dari kedua ujung runway dengan sudut 90°. Sementara luas apron yang diperlukan adalah sebesar 106.300 m².

4. Berdasarkan perhitungan tebal perkerasan menggunakan program FAARFIELD didapatkan untuk tebal perkerasan lentur dari 0,4 m - 2,5 m dan tebal perkerasan kaku dari 0,8 m - 2,5 m

DAFTAR PUSTAKA

- [1] NUSABALI.com, "NUSABALI.com - Kunjungan Wisman ke Bali Tembus 4 Juta Lebih." [Online]. Available: <https://www.nusabali.com/berita/19546/kunjungan-wisman-ke-bali-tembus-4-juta-lebih>. [Accessed: 20-Mar-2019].
- [2] A. Dhae, "Daerah | Ratusan Pesawat Mendarat namun Bandara Bali hanya Punya Runway Tunggal," 2017. [Online]. Available: <http://news.metrotvnews.com/read/2017/10/08/769930/ratusan-pesawat-mendarat-namun-bandara-bali-hanya-punya-runway-tunggal>. [Accessed: 20-Mar-2019].
- [3] Pemerintah Provinsi Bali, "Peraturan Daerah Provinsi Bali No. 16 Tahun 2009," Bali, 2009.
- [4] F. Apriana, F. Jansen, and E. M. Lintong, "PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISI UDARA BANDAR UDARA MUTIARA SIS AL-JUFRI DI KOTA PALU PROVINSI SULAWESI TENGAH," *J. SIPIK STATIK*, vol. 5, no. 6, Jul. 2017.
- [5] E. N. Primashanti, "Perencanaan Fasilitas Sisi Udara Terminal 3 Bandar Udara Juanda, Surabaya," Jul. 2017.
- [6] B. Nufa, "Studi Perencanaan Geometrik dan Pakerasan Sisi Udara Bandar Udara Trunojoyo Sumenep," 2017.
- [7] C. Aviation Authority of New Zealand, "ICAO - International Standards - Aerodromes - Annex 14 Vol 1 Amendment 11." 2009.
- [8] F. Airport Engineering Division, "AC 150/5320-6E, Airport Pavement Design and Evaluations, 30 September 2009," 2009.
- [9] Iowa State University Environmental Messonet, "IEM :: Site Wind Roses." [Online]. Available: http://mesonet.agron.iastate.edu/sites/windrose.phtml?network=W1_ASOS&station=CWA. [Accessed: 20-Mar-2019].
- [10] Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, "Tingkat Penghunian Kamar Akomodasi Provinsi Bali 2015," 2015. [Online]. Available: <https://bali.bps.go.id/publication/2016/07/14/d7ddb71421a391bd191c10da/tingkat-penghunian-kamar-akomodasi-provinsi-bali-2015.html>. [Accessed: 20-Mar-2019].
- [11] R. Horonjeff, F. McKelvey, W. Sproule, and S. Young, *Planning and design of airports, Fifth Edition*. New York: McGraw-Hill Education, 2010.